

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА  
УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени В. Н. КАРАЗИНА

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
**КАФЕДРА МАТЕРИАЛОВ РЕАКТОРОСТРОЕНИЯ**

**Металлографический микроскоп МИМ-8**

**Методические материалы  
к выполнению лабораторных работ  
по металлографии**

Харьков – 2012

# **МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ МИКРОСКОП МИМ-8**

## **Методические материалы к выполнению лабораторных работ по металлографии**

Учебное пособие. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012. –40с.

Данное пособие составлено на основе стандартного описания металлографического микроскопа МИМ-8 с изменениями, учитывающими замену некоторых узлов и приспособлений.

Целью пособия является оказание методической помощи студентам при выполнении лабораторного практикума по металлографии.

Для студентов старших курсов.

Табл.3. Илл. 10. Библиогр.; -

УДК 539.143.49:620.193

ББК 22.383

© Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, 2012

© С.В. Литовченко, В.Г. Кириченко, Е.А. Доценко, С.Ю. Кочетова:

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1</b>	<b>Определение и назначение</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Оптическая система микроскопа</b>	<b>6</b>
	2.1. Оптические части микроскопа	6
	2.2. Ход лучей при исследовании объектов в светлом поле	9
	2.3. Ход лучей при исследовании объектов в темном поле	10
<b>3</b>	<b>Конструкция микроскопа</b>	<b>12</b>
	3.1. Устройство микроскопа	12
	3.2. Осветительное устройство микроскопа	13
	3.3. Центральная часть микроскопа	16
	3.4. Стол микроскопа	22
<b>4</b>	<b>Характеристика оптических систем микроскопа</b>	<b>24</b>
	4.1. Объективы	24
	4.2. Окуляры	26
<b>5</b>	<b>Работа на микроскопе</b>	<b>29</b>
	5.1. Настройка микроскопа для визуального наблюдения при освещении в светлом поле	29
	5.2. Настройка микроскопа для визуального наблюдения при косом освещении	32
	5.3. Настройка микроскопа для визуального наблюдения	33

объекта при освещении в темном поле	
5.4. Наблюдение объектов в поляризованном свете	35
5.5. Использование микроскопа	36
<b>6 Уход за микроскопом и его хранение</b>	<b>38</b>

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Горизонтальный металлографический микроскоп МИМ-8М предназначен для исследования микроструктуры металлов и других непрозрачных объектов в светлом поле при прямом и косом освещении, а также в темном поле и в поляризованном свете.

Для визуального наблюдения объектов микроскоп снабжен монокулярной и бинокулярной насадками. Собственное увеличение бинокулярной насадки -  $2,5^{\times}$ .

Набор ахроматических и апохроматических объективов и окуляров обеспечивает увеличение микроскопа при визуальном наблюдении – от  $100^{\times}$  до  $1350^{\times}$ .

Предметный столик микроскопа снабжен механизмами для координатного перемещения объекта.

Освещение производится от электролампы накаливания мощностью 170 Вт, 17 В, питаемой от осветительной сети 220 В через понижающий трансформатор, снабженный секционным переключателем для регулировки яркости накала лампы.

Сам микроскоп и все его части установлены на станине, представляющей собой оптическую скамью длиной 1,8 м. Станина устанавливается на четыре демпфера, предназначенных для предохранения микроскопа от вибрации. Демпферы вмонтированы в стол, имеющий по бокам две тумбы с выдвижными ящиками для хранения принадлежностей.

## 2. ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МИКРОСКОПА

### 3. 1. Оптические части микроскопа

Оптические части микроскопа расположены по ходу лучей (рис. 1).

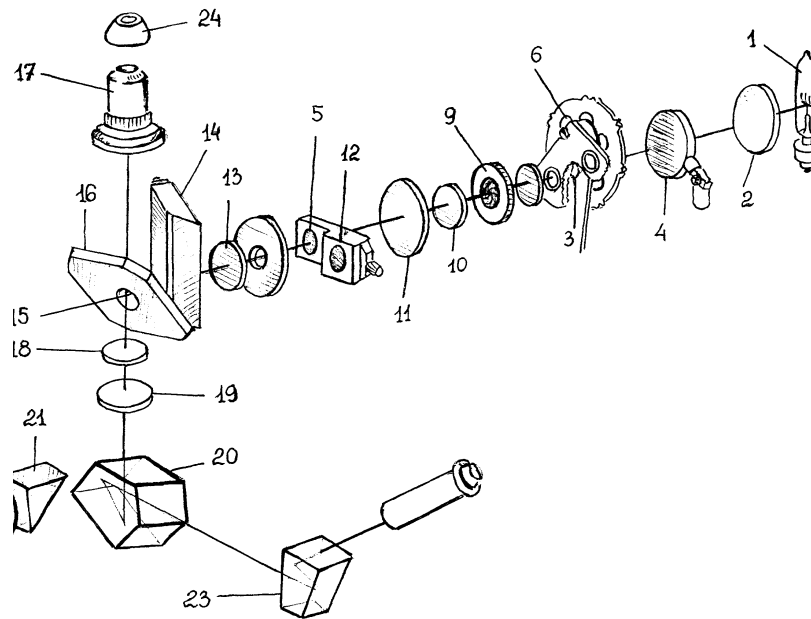


Рис. 1. Оптическая схема микроскопа.

1 – источник света; 2 – коллектор; 3 – теплопоглотитель; 4 – откидная линза (съемная); 5 – кольцевая диафрагма; 6 – светофильтры; 7 – поляризатор; 9 – апертурная диафрагма; 10, 11 – линзы осветительного тубуса; 12 – полевая диафрагма; 13 – линза осветительного тубуса; 14 – призма косого освещения; 15 – отражательная пластинка; 16 – кольцевое зеркало; 17 – объектив; 18 – анализатор; 19 – ахроматическая линза визуального тубуса; 20 – призма визуального тубуса; 23 – неподвижная линза визуального тубуса; 24 – конденсор темного поля.

Источник света 1 представляет собой лампу накаливания К-30 мощностью 170 Вт. За лампой накаливания находится коллектор 2, состоящий из линзы с параболической поверхностью. Коллектор смонтирован в патрубке, закрепленном на кронштейне осветителя; он служит для проектирования нити лампы К-30 в плоскость апертурной диафрагмы при наблюдении объектов в светлом поле и в поляризованном свете.

Теплопоглотитель 3 представляет собой стеклянную пластинку из стекла СЗС-14 и служит для предохранения поляризатора от нагрева. Съёмная откидная линза 4 может быть включена в систему и выключена из нее; включается откидная линза 4 только при работе в темном поле.

Светофильтры 6 из цветного стекла смонтированы в металлическом диске.

Поляризатор 7 может быть включен в оптическую систему и выключен из нее. Поляризатор включается в систему только при исследовании в поляризованном свете.

Изменением диаметра апертурной диафрагмы 9 регулируется освещенность объекта. Апертурная диафрагма имеет возможность перемещаться в плоскости, перпендикулярной к оси осветителя. Это перемещение необходимо для получения косого освещения объекта. Кроме того, диафрагма может вращаться вокруг оси осветителя. На оправе диафрагмы имеется индекс и шкала перемещений. Линзы осветительного тубуса (первая 10 и вторая 11) проектируют апертурную диафрагму в бесконечность. Полевая диафрагма 12 и кольцевая диафрагма 5

смонтированы на одной планке. При работе на микроскопе полевая диафрагма может быть отцентрирована относительно поля зрения с помощью двух регулировочных винтов, имеющих на ее оправе. Вращением рукоятки может быть установлен требуемый диаметр раскрытия полевой диафрагмы. Кольцевая диафрагма представляет собой стеклянную пластинку с непрозрачной центральной частью. Кольцевая диафрагма 5 включается при исследовании объектов в темном поле. Линза 13 осветительного тубуса (третья по ходу луча) проектирует полевую диафрагму в бесконечность, а апертурную диафрагму - в плоскость опорного торца для объективов. Призма 14 включается в систему для получения косого освещения объекта.

Отражательная пластинка 15, отклоняющая световой пучок на  $90^\circ$ , служит для освещения объектов через объектив при наблюдении в светлом поле.

Кольцевое зеркало 16 с наружным покрытием, отклоняющее световой пучок на  $90^\circ$ , а также металлический конденсор 24 темного поля с параболической отражающей поверхностью служат для освещения объектов в темном поле.

При работе в светлом поле объектив 17 работает и в качестве конденсора.

Анализатор 18, состоящий из двух стеклянных пластинок с поляризующим слоем между ними, применяется при наблюдении объектов в поляризованном свете. Анализатор может вращаться вокруг своей оси в



пределах  $0 - 90^\circ$ ; включается он при работе в поляризованном свете одновременно с поляризатором.

Ахроматическая линза 19 визуального тубуса, выдвижная призма 20 визуального тубуса смонтированы на общем плато.

Неподвижная призма 23 визуального тубуса служит для придания наклонного положения визирной оси тубуса.

## ***2.2. Ход лучей при исследовании объектов в светлом поле***

При наблюдении объектов в светлом поле (рис. 2) коллектор 2 изображает источник света на апертурной диафрагме 9. Апертурная диафрагма системой трех линз 10, 11 и 13 и отражательной пластинкой 15 изображается в выходном зрачке объектива 17. Полевая диафрагма 12 находится в фокусе третьей линзы 13 осветительного тубуса и изображается ею в бесконечность; объективом изображение полевой диафрагмы переносится в плоскость объекта.

Свет, идущий от лампы К-30, проходит через апертурную и полевую диафрагмы и падает на отражательную пластинку 15, которая отражает часть света на объект через объектив 17, а наибольшая часть света проходит через пластинку и не участвует в освещении объекта. Если в ход лучей ввести призму 14 косо освещенная (рис. 1), то весь свет, идущий от источника света; отразится ею на объект через объектив.

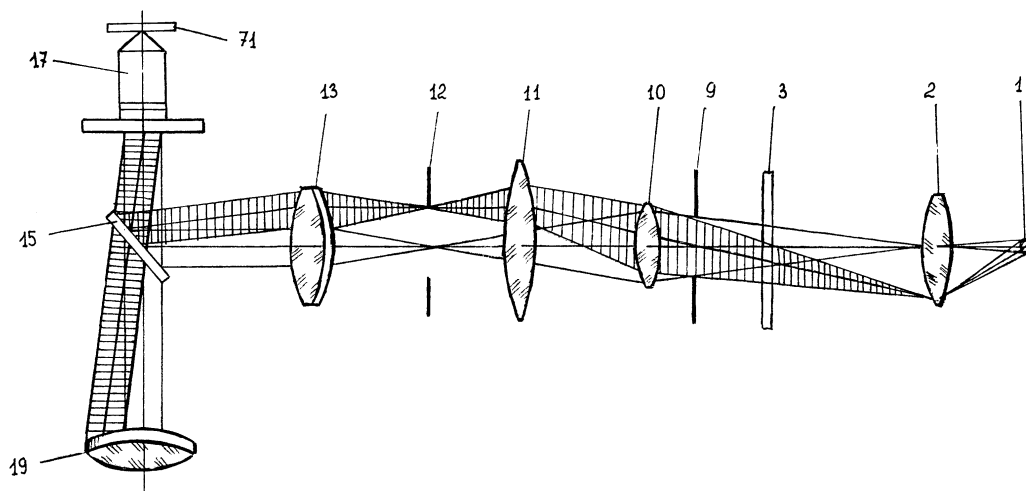


Рис. 2. Ход лучей в микроскопе при исследовании в светлом поле

1 – источник света; 2 – коллектор; 3 – теплопоглотитель; 9 – апертурная диафрагма; 10, 11, 13 – линзы осветительного тубуса; 12 – полевая диафрагма;

15 – отражательная пластинка; 17 – объектив; 19 – ахроматическая линза визуального тубуса; 71 – исследуемый объект.

### ***2.3. Ход лучей при исследовании объектов в темном поле***

Эффект темного поля достигается в результате применения металлического кольцевого конденсора с зеркально-отражающей параболической поверхностью, расположенной кольцом вокруг объектива. При наблюдении объектов в темном поле в ход лучей микроскопа включается откидная линза и кольцевая диафрагма. Краевые пучки лучей,

пройдя кольцевую диафрагму, падают на кольцевое зеркало, охватывающее отражательную пластинку. Это зеркало отражает лучи на вогнутый зеркальный конденсор темного поля, который собирает их в плоскости объекта. Рассеянные лучи света, отраженные от объекта, так же как и при работе в светлом поле, проходят через объектив, отражательную пластинку, ахроматические линзы и попадают в визуальный тубус, образуя изображение объекта.

### 3. КОНСТРУКЦИЯ МИКРОСКОПА.

#### 3. 1. Устройство микроскопа

Внешний вид микроскопа показан на рис. 3.

Весь прибор состоит из трех основных частей: осветительного устройства 25; центральной части микроскопа 26; стола 28.

Первые две части расположены на массивной оптической скамье 29.

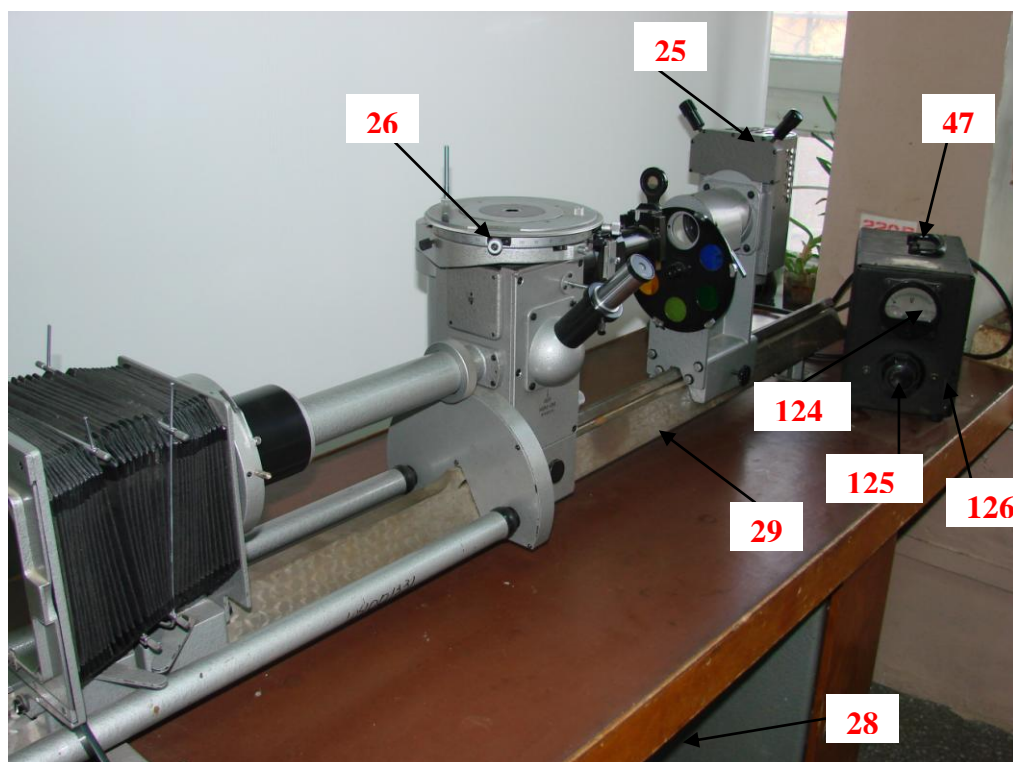


Рис. 3. Внешний вид микроскопа:

25 – осветительное устройство; 26 – центральная часть микроскопа; 28 – стол;

29 – оптическая скамья; 47 – трансформатор; 124 – вольтметр; 125 – передняя

крышка трансформатора; 126 – секционный переключатель напряжения.

### ***3. 2. Осветительное устройство микроскопа***

Осветитель с лампой накаливания К-30 состоит из фонаря, закрепленного на кронштейне 37. Фонарь устанавливается на оптической скамье и зажимается винтом 38. Фонарь удерживается на кронштейне 37 двумя центрировочными винтами 39, посредством которых центр нити лампы совмещается с оптической осью коллектора. Лампа К-30 (170 Вт) находится внутри кожуха фонаря в специальном патроне. При замене перегоревшей лампы фонарь нужно снять с угольника и вынуть лампу вместе с патроном. Питание лампы осуществляется через понижающий трансформатор 47 (рис. 3) с напряжением  $220 / 6 \div 18,5$  В.

Трансформатор ТР-17 имеет номинальную мощность 170 Вт; номинальное напряжение 17 В; номинальную силу тока 10 А.

С помощью секционного переключателя 126 можно менять вторичное напряжение на зажимах штепсельной вилки, а, следовательно, и на зажимах лампы накаливания 0-6-8-12-15-17-18,5 В. Для наблюдения за режимом работы лампы параллельно контактам штепсельной вилки включен вольтметр 124. С изменением напряжения на зажимах лампы накаливания изменяется и освещенность исследуемого объекта. Повышенное напряжение (18,5 В) дано на случай падения напряжения в питающей сети.

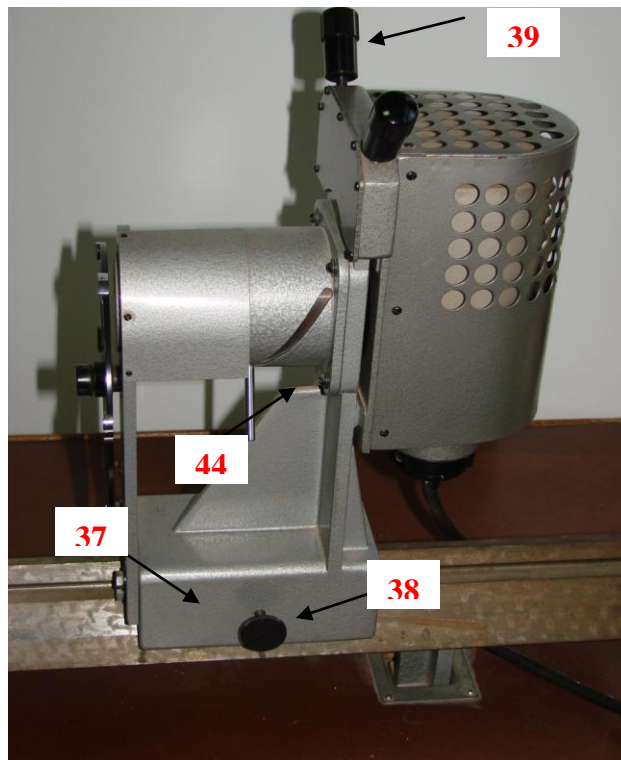


Рис. 4. Осветительное устройство

37 – кронштейн фонаря и коллектора; 38 – винт для закрепления кронштейна;

39 – центрировочные винты фонаря; 44 – рукоятка для перемещения коллектора

Во избежание обгорания штырей штепсельных вилок, включение и выключение штепсельной вилки трансформатора в сеть производится при нулевом положении рукоятки секционного переключателя.

Непосредственно в патрубке осветителя устанавливается параболический коллектор 2 (рис. 1), перемещающийся в патрубке кронштейна 37 рукояткой 44 (рис. 4).

На рейтере укреплен диск с набором стеклянных светофильтров (рис. 5). Светофильтры 51 крепятся в соответствующих отверстиях диска 52, который установлен на одной оси с сектором. Диск имеет шесть отверстий: в четыре отверстия установлены светофильтры (зеленый ЗС-1, оранжевый ОС-11, желто-зеленый ЖЗС-5 и синий СС-2), в одно отверстие установлено матовое стекло и одно отверстие пустое. В отверстии стойки 43 установлен теплопоглотитель. На секторе, укрепленном с другой стороны стойки 43, находятся три отверстия, два из которых (одно с матовым стеклом, а другое пустое) имеют защитные патрубки, предохраняющие глаз наблюдателя от света, а третье отверстие (пустое, без патрубка) имеет больший диаметр, чем два другие отверстия, и включается при работе в темном поле.

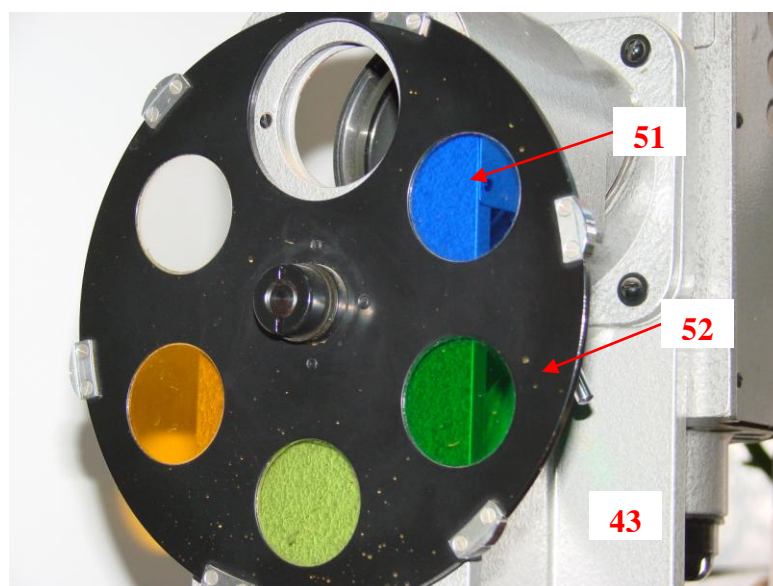


Рис. 5. Стойка со светофильтрами:

43 – стойка; 51 – светофильтр; 52 – диск с набором светофильтров.

### ***3. 3. Центральная часть микроскопа***

В центральную часть микроскопа входят осветительный тубус 54 (рис. 6 и 7), центральная призмная система, столики - предметный 55 и объективный, - механизмы грубой и микрометрической подачи, монокулярная насадка 59 (рис. 7) или бинокулярная насадка 59 (рис. 6). Все эти узлы смонтированы в общем корпусе, который устанавливается на средней части оптической скамьи.

На конце осветительного тубуса 54 укреплен откидная оправа с поляризатором 7. За поляризатором в тубусе помещается апертурная диафрагма 9, которая имеет возможность смещаться в радиальном направлении на 7 мм и поворачиваться вокруг оси на  $360^\circ$ . Перемещение отсчитывается по шкале 63. Внутри осветителя перед третьей осветительной линзой помещается передвижная рамка 64 с полевой и кольцевой диафрагмами. Полевая диафрагма центрируется с помощью двух центрировочных винтов 65. Диафрагма темного поля представляет собой круглую стеклянную пластинку, центральная часть которой светонепроницаема.

Центральная призмная система, состоящая из призмы косоугольного освещения и механизма переключения, смонтирована внутри корпуса микроскопа непосредственно под объективным фланцем. Там же помещается



и отражающее кольцевое зеркало, в центре которого помещена отражательная пластинка.

Призма косого освещения с помощью рукоятки 66 перемещается по направляющим перпендикулярно к оптической оси осветителя. Призма косого освещения включена в систему, если рукоятка 66 вдвинута в корпус до упора. При наблюдении с отражательной пластинкой призма выключается выдвиганием рукоятки 66 на себя. С момента включения призмы косого освещения доступ света на отражательную пластинку прекращается.

Зеркало темного поля с отражательной пластинкой жестко укреплено на соответствующей площадке под углом  $45^\circ$  к оси. Расположенный под отражательной пластинкой анализатор в оправе имеет устройство для включения и выключения его из системы и для вращения вокруг вертикальной оси. Оба эти движения производятся от одной рукоятки 67 анализатора.

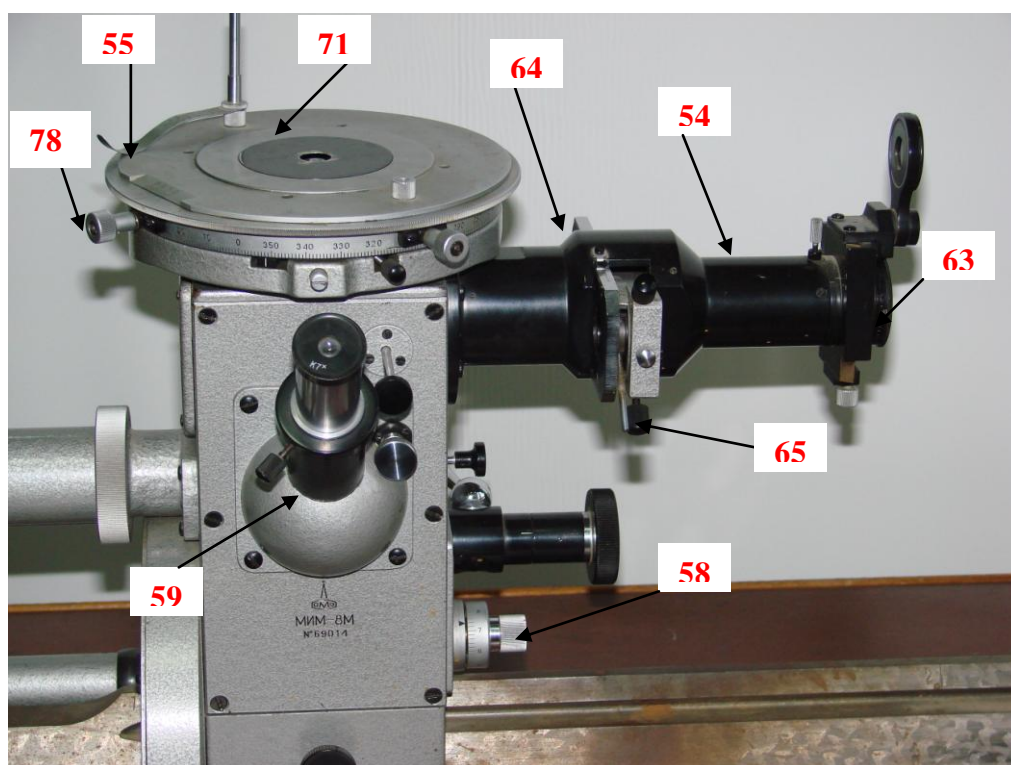


Рис. 6. Центральная часть микроскопа:

45 – осветительный тубус; 55 – предметный столик; 58 – механизм микрометрической подачи; 59 – бинокулярная насадка; 63 – шкала; 64 – передвижная рамка; 65 – центриро-вочные винты диафрагмы; 71 – исследуемый объект; 78 – центрировочные винты предметного столика.

Перемещение анализатора происходит на салазках; вращение его производится с помощью шестерни и сектора. Поворот анализатора фиксируется отсчетом по шкале от 0 до 90°. Чтобы анализатор включить в систему, надо рукоятку 67 выдвинуть из корпуса до отказа. Ниже анализатора помещаются дополнительная ахроматическая линза с фокусным расстоянием 250 мм и система призм 20 и 23 (рис. 1). Чтобы свет попал в

визуальный тубус, призма 20 должна быть включена. Перемещение призмы производится рукояткой 40, находящейся с правой стороны корпуса микроскопа, если смотреть со стороны наблюдателя. Чтобы включить призму 20, надо рукоятку 40 вдвинуть в корпус до отказа.

Для визуального наблюдения имеется еще неподвижная призма 23 визуального тубуса, отклоняющая лучи на 45°.

В верхней части корпуса, над отражательной пластинкой, помещаются объективный и предметный 55 столики. На поверхности объективного столика имеются два опорных кольца. Внутреннее опорное кольцо служит для установки объективов, внешнее - для конденсоров темного поля и отметчика. С объективным столиком связан механизм микроподачи с барабанчиком 58, который помещается снизу, с правой стороны корпуса микроскопа. На барабанчике микромеханизма имеется шкала для отсчета и индекс. Одно деление барабана соответствует перемещению объективного столика на 0,002 мм, полное перемещение микроподачи - 2,5 мм.

Предметный столик устроен так, что объект расположен исследуемой поверхностью над объективом, чем обеспечивается перпендикулярность рабочей плоскости объекта к оси микроскопа. С предметным столиком связан механизм грубой подачи.

Перемещение производится барашком 57 механизма грубой подачи. Таким разделением грубой и микрометрической подачи достигается то преимущество, что нагрузка предметного столика не влияет на микромеханизм. Для устранения самопроизвольного опускания предметного

столика на оси барашка грубой подачи имеется зажимный винт с рукояткой 72. На этой же оси находится шкала 73 с индексом для грубой установки предметного столика по высоте в зависимости от применяемого объектива. На шкале 73 нанесены две риски: с маркировками «РП» и «90». Риска с маркировкой «РП» соответствует установке столика при работе с отметчиком, а риска с маркировкой «90» - при работе с объективами  $F=2,8$ ,  $A=1,25$ ;  $F=2,8$ ,  $A=1,30$ ;  $F=2,8$ ,  $A=1,0$ . Механизм предметного столика выдерживает нагрузку до 10 кг.

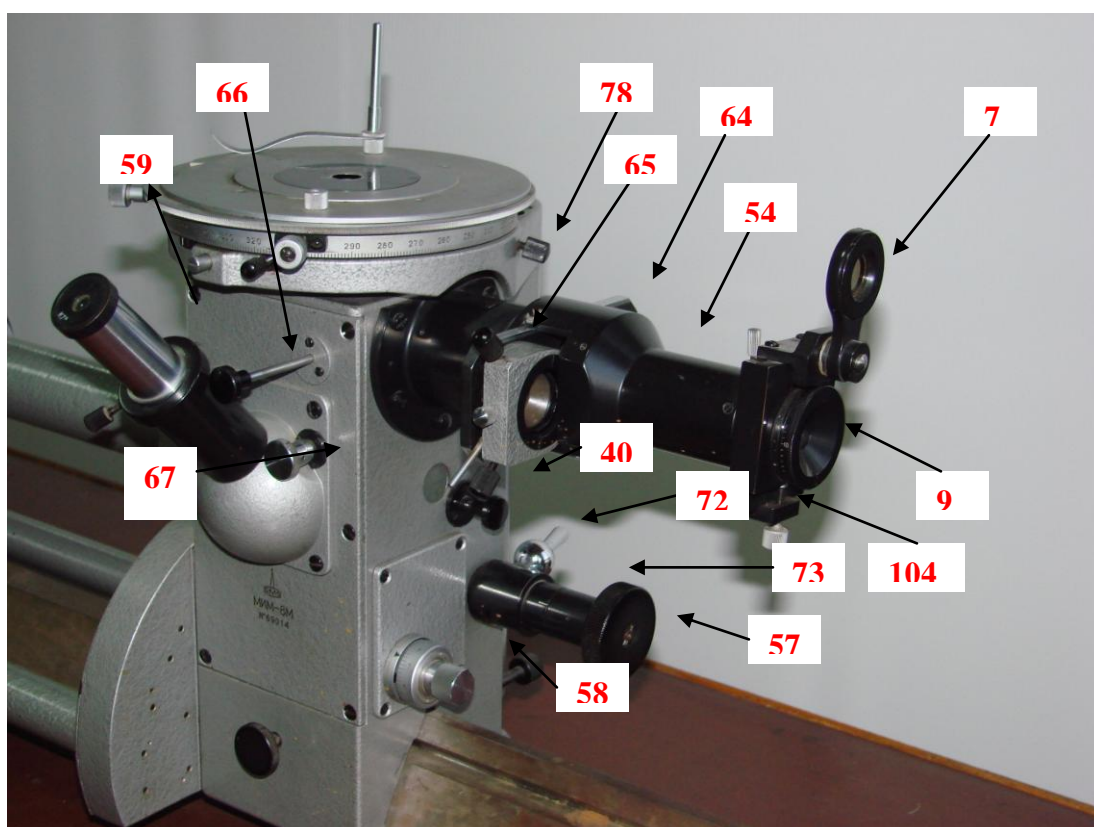


Рис. 7. Центральная часть микроскопа

7 – поляризатор; 9 – апертурная диафрагма; 40 – рукоятка призмы визуального тубуса; 54 – осветительный тубус; 57 – барашек механизма

грубой подачи; 58 – барабанчик механизма микрометрической подачи; 59 – монокулярная насадка; 64 – передвижная рамка с полевой и кольцевой диафрагмами; 65 – центрировочные винты полевой диафрагмы; 66 – рукоятка призмы косого освещения; 67 – рукоятка анализатора; 72 – рукоятка зажимного винта; 73 – шкала грубой подачи предметного столика по высоте; 78 – центрировочные винты столика; 104 – винт перемещения апертурной диафрагмы.

По конструкции предметный столик универсален. Верхняя часть столика (рис. 8) имеет крестообразное перемещение в направляющих. Эти движения производятся рукоятками 74 и отсчитываются по шкалам 75. Весь столик при отжатом стопорном винте 76 может свободно вращаться на корпусе относительно вертикальной оси. Угол поворота столика может быть отсчитан по шкале столика при помощи индекса. Кроме того, весь столик центрируется относительно оптической оси объектива винтами 78 (рис. 7). Для крепления обычных препаратов служат клеммы 79.

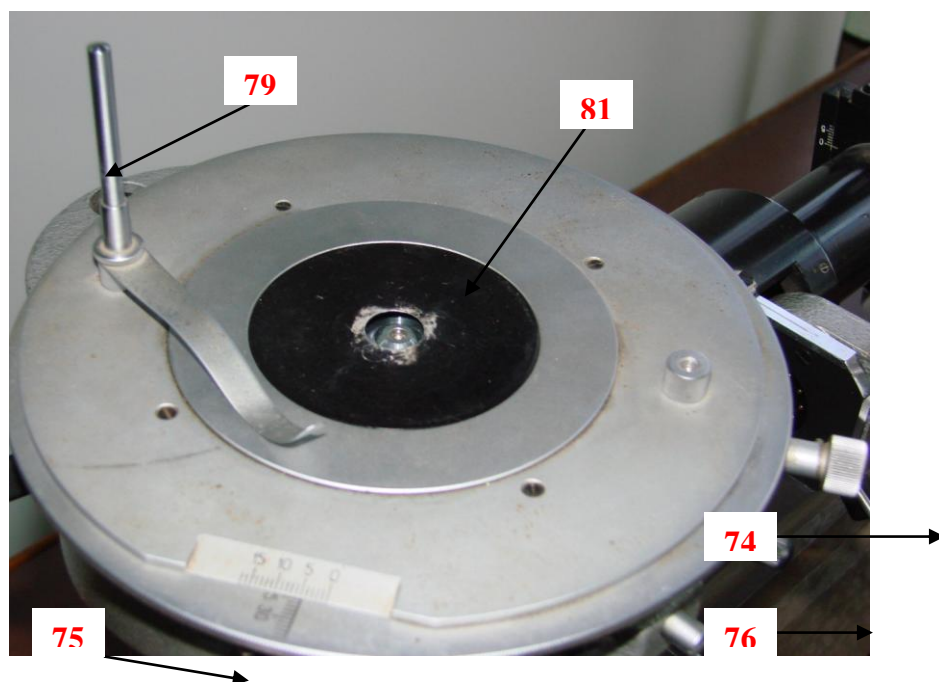


Рис. 8. Предметный столик с приспособлениями:

74 – рукоятки перемещения столика; 75 - шкалы предметного столика; 76 – стопорный винт столика; 79 – клеммы для крепления препарата; 81 – металлические вкладыши.

### ***3. 4. Стол микроскопа***

Стол микроскопа с укрепленной на нем оптической скамьей представлен на рис. 3. Стол состоит из двух основных частей: верхней крышки со скамьей и двух тумб с ящиками для принадлежностей.

Массивная оптическая скамья установлена на четырех (скрытых в верхней крышке стола) пружинных амортизаторах, предохраняющих прибор от внешних сотрясений. Такая установка позволяет делать снимки при больших увеличениях даже в помещениях, в которых имеются сильные

сотрясения от находящихся поблизости мастерских или от проезжающего вблизи транспорта. Оптическая скамья представляет собой рельс длиной 1,8 м призматической формы с рисками для установки отдельных узлов прибора. В каждом амортизаторе сквозь нижнюю крышку его корпуса проходит винт, оканчивающийся рукояткой. Вращением этих рукояток достигается установка скамьи на жесткий упор, находящийся внутри крышки стола, или достигается подвешивание оптической скамьи на амортизаторы. Так как распределение нагрузки на оптическую скамью неравномерное, то для установки ее в горизонтальное положение следует парные рукоятки поворачивать на разное число оборотов. Левые рукоятки следует отворачивать меньше чем правые, так как большая нагрузка расположена на правой половине оптической скамьи. Переходным устройством от оптической скамьи к амортизаторам является передняя и задняя опорные колодки, к которым привернут рельс.

Верхняя крышка стола жестко скреплена болтами с двумя тумбами. В каждой тумбе имеется по четыре выдвижных ящика, предназначенных для укладки принадлежностей.

## 4 . ХАРАКТЕРИСТИКА ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МИКРОСКОПА

### 4.1. Объективы

В микроскопе МИМ-8М объективы не ввинчиваются в тубус, как это делается в большинстве других микроскопов, а вставляются в специальное опорное кольцо на объективном столике, что упрощает смену объективов.



Рис. 9. Объективы

Объективы рассчитаны и скорректированы на бесконечно удаленное изображение, т. е. для тубуса длиной «бесконечность». Для наблюдения в темном поле служат объективы с увеличенным свободным расстоянием. Кроме того, они имеют специальную конусную оправу, которая не препятствует прохождению лучей, выходящих из параболического конденсора. Характеристики объективов даны в таблице 1.



Таблица 1.

Обозначение объектива	Увеличение при ахроматич. линзе F=250	Численная апертура	Фокусное расстояние, мм	Свободное расстояние, мм	Шифр
1. Объективы для светлого и темного поля.					
Ахромат	11 <sup>X</sup>	0,17	23,2	6,2	ОХ-23
F=23,2; A=0,17	18 <sup>X</sup>	0,30	13,9	5,71	ОХ-14
---	40 <sup>X</sup>	0,65	6,2	0,82	ОХ-6
F=13,9; A=0,30	15 <sup>X</sup>	0,30	15,7	4,8	ОС-16
--- F=6,2; A=0,65	30 <sup>X</sup>	0,65	8,4	0,82	ОС-8
Апохромат					
F=15,7; A=0,30					
--- F=8,4; A=0,65					
2. Объективы только для светлого поля.					
Ахромат	90 <sup>X</sup>	1,25	2,77	0,4	ОХ-3
иммерсионный					
F=2,8; A=1,25	60 <sup>X</sup>	0,95	4,30	0,13	ОС-4
Апохромат					

F=4,3; A=0,95  Апохромат  иммерсионный  F=2,8; A=1,30	90 <sup>X</sup>	1,30	2,79	0,17	ОС-3
3. Объектив только для темного поля.					
Апохромат  иммерсионный  F=2,8; A=1,0	90 <sup>X</sup>	1,00	2,77	0,5	ОС-3Т

#### 4.2. Окуляры

К микроскопу МИМ-8М прилагаются окуляры разных систем (рис. 10). Окуляр 7<sup>X</sup> Гюйгенса используется со шкалой или сеткой, находящейся в комплекте прибора. Обычно в окуляр 7<sup>X</sup> установлена шкала. При замене шкалы сеткой нужно вынуть глазную линзу окуляра, отвернуть промежуточный стаканчик, вынуть шкалу и установить сетку, затем вернуть стаканчик в корпус окуляра и установить глазную линзу перемещением по высоте так, чтобы штрихи были резко видны.



Рис. 10. Окуляры

Характеристики окуляров даны в таблице 2.

Таблица 2.

Обозначение окуляра	Фокусное расстояние, мм	Линейное поле зрения	Шифр
Компенсационный			
3 <sup>x</sup>	83	20	АМ-25
5 <sup>x</sup>	50	20	АМ-24
7 <sup>x</sup>	36	18	АМ-26
7 <sup>x</sup>	35	18	АМ-13
10 <sup>x</sup>	25,2	13	АМ-14
15 <sup>x</sup>	16,69	11	АМ-27
20 <sup>x</sup>	12,6	9	АМ-16

Гюйгенса			
4 <sup>x</sup>	62,8	20	АМ-30
7 <sup>x</sup>	35,9	18	АМ-31
10 <sup>x</sup>	25	14	М-10
15 <sup>x</sup>	17	8	М-11

Окуляры Гюйгенса применяются для визуального наблюдения в основном с ахроматическими объективами, но могут быть использованы со слабыми объективами-апохроматами 15<sup>x</sup>.

Компенсационные окуляры используются для визуального наблюдения с объективами-апохроматами. Также допускается применение их с сильными (от 40<sup>x</sup> и выше) ахроматическими объективами.

## 5. РАБОТА НА МИКРОСКОПЕ

### 5.1. *Настройка микроскопа для визуального наблюдения при освещении в светлом поле*

Для визуального наблюдения в светлом поле с отражательной пластинкой надо вывести из хода лучей призму косого освещения. Для этого следует рукоятку 66 (рис. 7) выдвинуть на себя. Рукоятку 67 анализатора вдвинуть в корпус до отказа. Включить призму для визуального наблюдения при помощи рукоятки 40, вдвинув ее в корпус до отказа. Винтом 104 установить апертурную диафрагму 9 в нулевое положение и отвести в верхнее положение поляризатор 7 с оправой. Передвижную рамку 64 с полевой диафрагмой вдвинуть в корпус осветителя до отказа.

Настройка освещения с лампой накаливания К-30 производится следующим образом. Включить лампу накаливания К-30 через трансформатор ТР-17 (см. раздел 3, пункт «а»). При визуальном наблюдении лампу накаливания К-30 можно использовать с недокалом, примерно 8 В. Перемещая коллектор по станине прибора, спроектировать в плоскость апертурной диафрагмы резкое изображение нити лампы, а затем на объективный фланец положить матовое стекло (засвеченную фотопластинку) и наблюдать на нем изображение апертурной диафрагмы и источника света. Изображение апертурной диафрагмы должно быть в центре отверстия объективного фланца, а изображение источника света должно располагаться

симметрично отверстию. Положение изображения источника света регулируется центрировочными винтами 39 (рис. 4). Затем поднять предметный столик и вставить нужный объектив во внутреннее кольцо на объективном столике, а окуляр в визуальный тубус. Объектив должен сидеть без перекоса, что легко проверить, слегка вращая его в посадочном гнезде. Плоскость, на которую опирается объектив, должна быть чистой (пыль удаляется кисточкой).

Целесообразно начинать наблюдение при слабых увеличениях, чтобы получить общий обзор исследуемого объекта,

Для изучения подробностей следует пользоваться сильными объективами. Объективы  $F=2,8$ ,  $A=1,25$ ;  $F=2,8$ ,  $A=1,30$  и  $F=2,8$ ,  $A=1,0$  имеют на корпусе оправы фронтальной линзы черную полосу, которая означает, что данный объектив иммерсионный. При пользовании указанными объективами необходимо нанести слой иммерсионной жидкости на фронтальную линзу объектива и на предмет. Такой иммерсионной жидкостью в данном случае является кедровое масло. Пузырек с маслом (прикладывается к комплекту прибора). Масло нужно наносить чистой палочкой. Пузырьки воздуха в иммерсии портят картину изображения объекта, поэтому иммерсию не следует взбалтывать. Без иммерсии с иммерсионными объективами работать нельзя.

При помощи кремальеры грубой подачи предметный столик пустить настолько, чтобы индекс на подвижной части совместителя с соответствующей риской шкалы 73 (рис. 7). Фокусировка микроскопа при

слабых объективах производится грубой подачей, при сильных микрометрической подачей.

При работе с сильными системами следует обращать внимание на то, чтобы объектив не стукнулся об объект, так как при том может быть повреждена фронтальная линза объектива. Перед накладыванием объекта отверстие шайбы препарата при помощи рукояток 74 (рис. 8) перемещения предметного столика должно быть установлено концентрично оправе объектива. При сильных увеличениях и тяжелых объектах необходимо зажать столик стопорным винтом 76 (рис. 8).

Освещение в светлом поле регулируется диафрагмами, включенными в ход лучей. Правильная установка освещения и открытие диафрагмы сказываются на разрешающей силе и качестве изображения объекта. Как правило, апертурная диафрагма открывается на  $3/4$  зрачка, если смотреть в визуальный тубус без окуляра. При сильно суженной диафрагме изображение объекта получается искаженным, при широко открытой диафрагме изображение получается бледным, не контрастным.

Изображение полевой диафрагмы получается в плоскости объекта, и его можно наблюдать при точной фокусировке на плоскость объекта. Назначение полевой диафрагмы - убрать лишние лучи света из поля зрения. Поэтому отверстие полевой диафрагмы уменьшают до тех пор, пока ее изображение станет равным полевой диафрагме окуляра полевую диафрагму необходимо центрировать так, чтобы ее изображение занимало симметричное положение в поле зрения окуляра; центрировка производится

винтами 65 (рис. 7). Центрировку следует производить при каждой смене объектива, окуляра.

## ***5.2. Настройка микроскопа для визуального наблюдения при косом освещении***

При исследовании и изучении препаратов иногда требуется косое освещение объекта, чтобы получить рельефное его изображение.

При работе с призмой косого освещения нужно произвести следующую настройку. На объективный фланец положить матовое стекло. Оправу апертурной диафрагмы повернуть на  $180^\circ$  и установить по рискам так, чтобы поляризатор оказался внизу. С помощью винта 104 (рис. 7) сместить диафрагму вниз. При этом изображение апертурной диафрагмы должно симметрично вписаться в верхнюю грань призмы косого освещения, что будет хорошо видно на матовом стекле, положенном на объективный фланец. Соответственно смещению апертурной диафрагмы должен быть смещен и источник света. Диаметры апертурной и полевой диафрагм устанавливаются по надобности при рассматривании объекта.

При работе с призмой получается преимущество в яркости освещения, так как на объект падает весь свет, идущий от осветителя. Но при обратном ходе лучей из объектива в окуляр теряется  $1/5$  апертуры объектива, так как призма закрывает  $1/5$  часть зрачка. В связи с этим не рекомендуется работать с косым освещением при увеличении больше  $300^x$ , так как при этом не



используется апертура объектива, а следовательно, не достигается полная разрешающая способность микроскопа.

Косое освещение может быть осуществлено также и с отражательной пластинкой, без включения призмы. Для получения косого освещения при помощи отражательной пластинки необходимо сместить апертурную диафрагму с оси вращения и соответственно установить источник света. В зависимости от смещения центра диафрагмы с оси и вращения оправы диафрагмы вокруг оси косое освещение может быть дано с любой стороны объекта.

При косом освещении получается искаженное изображение объекта, поэтому производить измерения размеров зерен структуры объекта или отпечатков на шлифах не следует.

При визуальном наблюдении на трубку визуального тубуса надевается и закрепляется окулярная насадка с центральным светофильтром в оправе. Этот светофильтр служит для предохранения глаза наблюдателя от яркого света лампы.

### ***5.3. Настройка микроскопа для визуального наблюдения объекта при освещении в темном поле***

Включить откидную линзу 4 (рис. 1).

На оптической оси установить пустое отверстие диска со светофильтрами и отверстие сектора без защитного патрубка.

Открыть полностью апертурную диафрагму. Включить диафрагму темного поля, выдвинув на себя передвижную рамку 64 (рис. 7), На объективный фланец положить матовое стекло. Передвигая коллектор по направлению к лампе накаливания К-30, добиться резкого изображения нити лампы на оправе апертурной диафрагмы, установленной в нулевое положение. Центрировочными винтами кронштейна лампы установить изображение нити на центр апертурной диафрагмы. Взаимное расположение нити лампы накаливания К-30, коллектора и откидной линзы будет правильным, если световой пучок, выходящий из коллектора, осветит полностью и concentрично откидную линзу, в то время как на апертурной диафрагме будет спроектировано резкое изображение нити лампы и прозрачное кольцо на объективном фланце concentрично освещено.

При этом прозрачное кольцо не должно иметь цветной каймы по краям, что достигается дополнительной подвижкой коллектора.

В зависимости от величины объекта на предметный столик установить металлический вкладыш 81 (рис. 8) с соответствующим отверстием. Установить сначала объектив, а затем соответствующий ему параболический отражающий конденсор. Слегка вращая объектив и конденсор на их посадочных торцах, проверить, нет ли перекоса.

Порядок применения конденсоров с определенными объективами указан в табл. 3.

При работе в темном поле призма косого освещения, поляризатор и анализатор должны быть выключены.

Таблица 3.

Объектив			№ конденсора	Примечание
Ахромат	F=23,2	A=0,17	1	
	F=13,9	A=0,30	1	
	F=62	A=0,65	2	
Апохромат	F=15,7	A=0,30	2	
	F=8,4	A=0,65	2	
	F=2,8	A=1,0	3	

#### 5.4. Наблюдение объектов в поляризованном свете

Работа в поляризованном свете ведется в светлом поле и при косом освещении.

Положение апертурной и полевой диафрагм и их настройка - такие же, как и при работе в светлом поле.

Наблюдение в поляризованном свете можно вести с отражательной пластинкой и с призмой косого освещения.

Устанавливается поляризатор 7 (рис. 7) в оправе и включается анализатор выдвиганием рукоятки 67 на себя до отказа. Вращением анализатора рукояткой 67 достигается полное гашение; оно должно наступать на делении «90» шкалы анализатора или около него. Для снятия отсчетов при вращении объекта предметный столик обязательно должен быть отцентрирован. Центрировка столика производится при помощи

центрировочных винтов 78 и специальной стеклянной пластинки с перекрестием (прикладывается к микроскопу).

В поляризованном свете нужно работать только с объективами-ахроматами. С объективами-апохроматами в поляризованном свете работать нельзя, так как в их состав входят линзы из флюорита.

### ***5.5. Использование микроскопа***

Правильное использование микроскопа получается только при условии рациональной комбинации объективов, окуляров. При употреблении их надо помнить, что увеличение должно находиться в пределах от 500 до 1000 апертур.

Объективы апохроматы в сочетании с компенсационными окулярами для визуального наблюдения дают увеличения, приведенные в табл. 4.

Помимо правильной комбинации объективов и окуляров, не меньшее значение имеет и правильное применение светофильтров. Как правило, при работе с объективами-ахроматами следует применять светофильтры, а с апохроматами можно работать и без них.

Объективы-ахроматы имеют коррекцию только для средних цветов видимой части спектра; по этой причине при белом свете они дают изображение с нерезкими контурами, окрашенными главным образом по краю поля зрения. Чтобы погасить все цвета, в отношении которых объект не имеет коррекции, применяют желто-зеленый светофильтр. Ввиду того, что

объективы-апохроматы имеют коррекцию почти для всех цветов видимой части спектра, желто-зеленые светофильтры для них излишни.

Таблица 4.

Объективы	Компенсационные окуляры				
	5 <sup>x</sup>	7 <sup>x</sup>	10 <sup>x</sup>	15 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>
F=15,7; A=0,30	---	---	150	225	300
F=8,4; A=0,65	---	---	300	450	600
F=4,3; A=0,95	---	420	600	900	---
F=2,8; A=0,30	---	630	900	1350	---
F=2,8; A=1	450	630	900	1350	---

## 6. УХОД ЗА МИКРОСКОПОМ И ЕГО ХРАНЕНИЕ

Металлографический микроскоп - точный, сложный и дорогой прибор, требующий самого бережного и аккуратного обращения и хранения. Микроскоп следует держать в сухом, чистом и теплом помещении.

В нерабочее время объективы и окуляры нужно снимать и хранить в ящике, а сам прибор накрывать матерчатым чехлом. Поляризатор рекомендуется опустить; диафрагмы держать закрытыми. Сняв с прибора объектив и окуляр, нужно закрыть объективный столик специальной крышкой - пылепредохранителем, а на визуальный тубус надеть пластмассовый колпачок.

В нерабочее время не следует держать прибор подвешенным на пружинных амортизаторах, нужно ставить его жестко на упоры.

Появившуюся на микроскопе пыль следует смахнуть чистой кисточкой, а затем вытереть прибор мягкой чистой тряпкой.

Если смазка в направляющих загустела и загрязнилась, то, подняв предметный столик до упора и вытерев трущиеся части чистой тряпкой, следует слегка покрыть направляющие смазкой. Смазывать микроподачу и фрикцион нужно в редких случаях. Для смазки рекомендуется вызывать специалиста-механика.

Вся оптика микроскопа, а также объективы, входящие в комплект прибора, просветлены, за исключением наружных поверхностей фронтальных линз иммерсионных объективов ОС-3, ОС-3Т и ОХ-3.

Просветленные поверхности имеют голубовато-фиолетовую окраску. Вследствие просветления оптики количество рассеянного света уменьшается. Прочность просветленного слоя значительно ниже прочности стекла, поэтому обращаться с просветленными деталями нужно особенно осторожно. Прежде всего не рекомендуется дотрагиваться пальцами до просветленных поверхностей, а если это случилось, нужно немедленно смыть следы пальцев смесью, составленной из 90% чистого бензина и 10% спирта-ректификата. Смывать следы пальцев нужно следующим образом: обернув палочку ватой, обмакнуть ее в смесь, стряхнуть излишки смеси и осторожно стереть следы пальцев или другую грязь, причем вату надо сменить несколько раз. Ни в коем случае нельзя дышать на просветленные поверхности. Сдувать пыль нужно резиновой грушей или чистой кисточкой.

Объективы хранятся в футлярах. Перед укладкой в футляр и установкой в прибор с объективов необходимо смахнуть пыль кисточкой. Полное или частичное повреждение просветленного слоя не портит качества объективов. При использовании иммерсионных объективов не следует наносить на них много масла. Нельзя допускать того, чтобы масло стекало вниз по оправе фронтальной линзы. После работы масло с объектива необходимо снять ватой, промыть поверхность фронтальной линзы смесью, как было указано выше и уложить объектив в футляр.

Разбирать оптические части микроскопа самим нельзя, так как оптические узлы могут быть испорчены. Для разборки следует или вызвать

специалиста-механика, или отправить прибор в специальную мастерскую для ремонта.